

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-281054

(43) 公開日 平成9年(1997)10月31日

(51) Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 N 21/88			G 0 1 N 21/88	G
G 0 1 M 11/00			G 0 1 M 11/00	T

審査請求 未請求 請求項の数 8 〇 L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平8-89696

(22) 出願日 平成8年(1996)4月11日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 下野 健

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 野村 剛

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

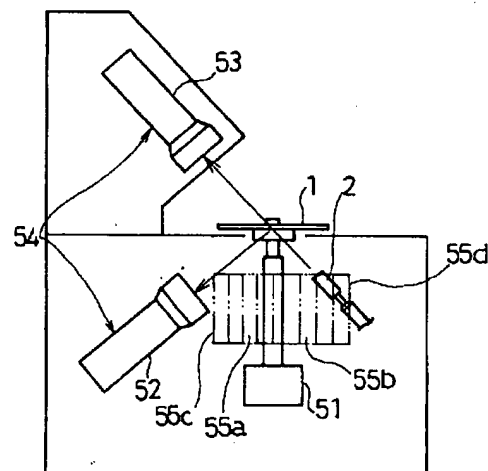
(74) 代理人 弁理士 石原 勝

(54) 【発明の名称】 ディスク表面検査方法とその装置

(57) 【要約】

【課題】 ディスク表面欠陥検査とチルト検査の両検査を同時に行うことができ、検査時間の短縮を図りうると共に、装置の節減による設備コストの低減を図ることができるディスク表面検査装置の提供。

【解決手段】 ディスク1を支持して回転させるディスク回転手段51と、光源2からの光をディスク1に照射し、その反射光または透過光を検出部52、53にて検出し、検出した光の光量の変化からディスク1の検査面の欠陥を検出する欠陥検査手段54と、光源からの光をディスク1に照射し、その反対光を検出部にて検出し、検出した光の受光位置からディスク1の検査面の傾斜状態を検出するチルト検査手段55a～55dとを備える。



1…ディスク  
2…光源  
51…ディスク回転手段  
52、53…検出部  
54…欠陥検査手段  
55a、55b、55c、55d…チルト検査手段

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被検査物であるディスクを回転させつつ、欠陥検査手段とチルト検査手段とを同時に動作させ、欠陥検査手段によりその光源からの光をディスクに照射し、その反射光または透過光を検出部にて検出し、検出した光の光量の変化からディスクの検査面の欠陥を検出する一方、チルト検査手段によりその光源からの光をディスクに照射し、その反射光を検出部にて検出し、検出した光の受光位置からディスクの検査面の傾斜状態を検出することを特徴とするディスク表面検査方法。

【請求項2】 欠陥検査手段による検査において、透過する光を拡散する光拡散板または受光部分が蛍光を発する蛍光板に横断面がライン状の光束を照射して前記光拡散板または前記蛍光板上にライン状二次光源を形成し、前記ライン状二次光源からの光をディスクの検査面にライン状に照射し、前記検査面から所定方向に反射するライン状反射光または前記ディスクを所定方向に透過するライン状透過光を受光して光量の変化を検出し、検出した光量の変化から前記ディスクの検査面の欠陥を検出することを特徴とする請求項1記載のディスク表面検査方法。

【請求項3】 検査面からの所定方向へのライン状反射光またはディスクを所定方向に透過するライン状透過光を、ディスクの検査面の各点に対する開口数が等しいレンズを通過させて欠陥検査手段の検出部に受光させることを特徴とする請求項2記載のディスク表面検査方法。

【請求項4】 被検査物であるディスクを支持して回転させるディスク回転手段と、光源からの光をディスクに照射し、その反射光または透過光を検出部にて検出し、検出した光の光量の変化からディスクの検査面の欠陥を検出する欠陥検査手段と、光源からの光をディスクに照射し、その反射光を検出部にて検出し、検出した光の受光位置からディスクの検査面の傾斜状態を検出するチルト検査手段とを備えたことを特徴とするディスク表面検査装置。

【請求項5】 ディスクの半径方向の異なる箇所における検査面の傾斜状態を検出するために、複数のチルト検出手段を備えた請求項4記載のディスク表面検査装置。

【請求項6】 欠陥検査手段が、横断面がライン状の光束を出すライン光源と、前記ライン光源から受光した横断面がライン状の光束を透過拡散して、又は、受光部分が蛍光を発してライン状二次光源を形成する光拡散板または蛍光板と、前記ライン状二次光源からの光をディスクの検査面にライン状に照射する光学系と、前記検査面からの所定方向へのライン状反射光または前記ディスクからの所定方向へのライン状透過光を受光するレンズと、受光したライン状反射光またはライン状透過光の光量を検出し、検出した光量を閾値と比較して前記検査面の欠陥を検出する信号処理部とを有することを特徴とする請求項4又は5記載のディスク表面検査装置。

【請求項7】 レンズは、ディスクの検査面上の各点に対する開口数が等しい請求項6記載のディスク表面検査装置。

【請求項8】 信号処理部は、ライン状反射光またはライン状透過光のラインの各位置に対応させて受光した光量を検出し、各位置に対応して検出した光量を閾値と比較してディスクの検査面のどの位置に欠陥があるかを検出する請求項6又は7記載のディスク表面検査装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ディスク表面に存在するキズ、シミ、ピンホール等の欠陥、並びに検査面の傾斜状態(チルト)を検出する検査方法とその装置に関し、特に、DVDディスクなどの光ディスク製造における表面検査工程で使用されるものに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】DVDディスクなどの光ディスクは、これを高速回転させながら光学式ヘッドで書き込んだり読み出したりできるものである。しかし、これらの光ディスクには、製造工程における何らかの原因によりキズ、シミ、ピンホール等の欠陥が生じることがあり、これらの欠陥部は、データの書き込み或いは読み出しのエラーとなり、光ディスクの性能を著しく損なうので、光ディスクの外観検査を行いキズ、シミ、ピンホール等の欠陥がある不良品を信頼性の良い検査によって早い時点で取り除くことは極めて重要なことである。

【0003】光ディスクの欠陥検査方法とその装置の従来例を図16、図17に基づいて説明する。

【0004】図16において、201は被検査物であるディスク、204はLED光源、206はディスク201からの所定方向の反射光を受けるラインセンサ、207は被検査基板201の所定方向の透過光を受けるラインセンサである。

【0005】LED光源204から出た光は、コリメータレンズ205によって平行光束になる。この平行光束は走査ミラー203によって扇状に反射されて走査される。扇状に走査された光は、 $f\theta$ レンズ202によって平行走査光になって円形のディスク201の半径上に斜め方向から照射される。ここで、 $f\theta$ レンズ202は、扇状に走査する光を平行に走査する光に変換する機能を有する。そして、上記の平行に走査する光が走査ミラー203の回転によって繰り返しディスク201上に斜めに照射され、この照射の繰り返しに合わせて、ディスク201が回転し、ディスク201の全面を検査する。

【0006】ディスク201上に欠陥が存在しない場合には、一定の強度の反射光が所定方向に発生するが、キズ210のような欠陥が存在する場合には、欠陥部分の反射率変化あるいは反射の方向の変化により所定方向の

反射光の強度が変化する。従って、所定方向の反射光を受けるラインセンサ206の出力信号の変化によって、キズ210の存在位置を検出することができる。

【0007】又、ピンホール211が存在する場合には、ピンホール211を通過する光によって所定方向の透過光の強度が変化するので、所定方向の透過光を受けるラインセンサ207の出力信号の変化によって、ピンホール211の存在位置を検出することができる。

【0008】又光ディスクの書き込み読み出しが正確に行なわれるためには、ディスク表面に傷みや反りが存在すると不都合であるので、ディスク表面の傾斜状態の検査、すなわちチルト検査が行なわれている。

【0009】そして、従来は前記ディスク表面欠陥検査と、前記ディスク表面傾斜状態（チルト）検査とは、別工程で、別々の装置を用いて行なわれてきた。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】上記の従来例の構成では、ディスク表面欠陥検査とチルト検査の両検査を行なうのに相当の時間を要すると共に、両検査用の装置が必要なため設備コストが高くつくという問題点があった。

【0011】又上記従来のディスク表面欠陥装置には次のような問題点があった。すなわち、走査ミラー203とfθレンズ204との構造とその特性とにより、ディスク201上に照射される光ビームには、図17のaに示すように、中心部の光量が多く端部の光量が少なくなるという問題点が存在する。従って、所定方向の反射光、透過光共に、中心部の光量が多く端部の光量が少なくなる。そのために、ディスク201上の欠陥が同じ形状で同じ程度の欠陥であっても、所定方向の反射光や透過光の視野の中心近くの強度が大きな部分にある場合と、視野の端の強度が小さい部分にある場合とで、図17のbに示すように、検出される信号の大きさが異なるという問題点がある。即ち、視野の中心部にあれば充分に検出できる欠陥でも、視野の端にあれば検出できないという問題点がある。

【0012】本発明は、上記の問題点を解決したディスク表面検査方法とその装置の提供を課題とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明のディスク表面検査方法は、被検査物であるディスクを回転させつつ、欠陥検査手段とチルト検査手段とを同時に動作させ、欠陥検査手段によりその光源からの光をディスクに照射し、その反射光または透過光を検出部にて検出し、検出した光の光量の変化からディスクの検査面の欠陥を検出する一方、チルト検査手段によりその光源からの光をディスクに照射し、その反射光を検出部にて検出し、検出した光の受光位置からディスクの検査面の傾斜状態を検出することを特徴とする。

【0014】上記欠陥検出手段による検査において、透過する光を拡散する光拡散板または受光部分が蛍光を発

する蛍光板に横断面がライン状の光束を照射して前記光拡散板または前記蛍光板上にライン状二次光源を形成し、前記ライン状二次光源からの光をディスクの検査面にライン状に照射し、前記検査面から所定方向に反射するライン状反射光または前記ディスクを所定方向に透過するライン状透過光を受光して光量の変化を検出し、検出した光量の変化から前記ディスクの検査面の欠陥を検出するように構成すると好適である。

【0015】本発明のディスク表面検査装置は、被検査物であるディスクを支持して回転させるディスク回転手段と、光源からの光をディスクに照射し、その反射光または透過光を検出部にて検出し、検出した光の光量の変化からディスクの検査面の欠陥を検出する欠陥検査手段と、光源からの光をディスクに照射し、その反射光を検出部にて検出し、検出した光の受光位置からディスクの検査面の傾斜状態を検出するチルト検査手段とを備えたことを特徴とする。

【0016】上記チルト検出手段は、ディスクの半径方向の異なる箇所における検査面の傾斜状態を検出するために、複数台設けると好適である。

【0017】又上記欠陥検出手段が、横断面がライン状の光束を出すライン光源と、前記ライン光源から受光した横断面がライン状の光束を透過拡散して、又は、受光部分が蛍光を発してライン状二次光源を形成する光拡散板または蛍光板と、前記ライン状二次光源からの光をディスクの検査面にライン状に照射する光学系と、前記検査面からの所定方向へのライン状反射光または前記ディスクからの所定方向へのライン状透過光を受光するレンズと、受光したライン状反射光またはライン状透過光の光量を検出し、検出した光量を閾値と比較して前記検査面の欠陥を検出する信号処理部とを有するように構成すると好適である。

【0018】又上記レンズは、ディスクの検査面上の各点に対する開口数が等しいことが好適である。

【0019】更に上記信号処理部は、ライン状反射光またはライン状透過光のラインの各位置に対応させて受光した光量を検出し、各位置に対応して検出した光量を閾値と比較してディスクの検査面のどの位置に欠陥があるかを検出することができるように構成すると、好適である。

【0020】上記本発明のディスク表面検査方法と、その装置によれば、ディスク表面欠陥検査とディスク表面傾斜状態（チルト）検査とを同時に行うことができるので、検査時間を大幅に短縮することができる。又1つの装置で両検査を行うことができるので、設備コストの低減を図ることができる。

【0021】そして上記欠陥検出手段を、請求項2又は6記載のように構成すると、透過する光を拡散する光拡散板または受光部分が蛍光を発する蛍光板に横断面がライン状の光束を照射して前記光拡散板または前記蛍光板

上にライン状二次光源を形成し、前記ライン状二次光源からの光をディスクの検査面にライン状に照射するので、横断面がライン状の光束にラインの長さ方向に細かい強度のバラツキがあっても、拡散した光や発光した蛍光が隣同士で重なり合って、長さ方向の強度の均一性が良いライン状の検査光が得られ、ディスクの検査面の欠陥部分の反射・透過光と正常部分の反射・透過光との弁別精度を向上することと、微小な欠陥を検出することとが可能になる。

【0022】又、ディスクの検査面上の各点に対する開口数が等しいレンズでライン状反射光またはライン状透過光を受光し、光量の変化を検出するように構成すると、ライン状の光の光量検出感度の長さ方向の均一性が向上するので、更に、検査面の欠陥部分の反射・透過光と正常部分の反射・透過光との弁別精度を向上し、更に微小な欠陥を検出できるようになる。

【0023】更に信号処理部が、ライン状反射光またはライン状透過光のラインの各位置に対応させて受光した光量を検出し、各位置に対応して検出した光量を閾値と比較してディスクの検査面のどの位置に欠陥があるかを検出するように構成すると、ディスクの検査面のどの位置に欠陥があるかを精度良く検出できる。

【0024】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図面に基いて説明する。

【0025】図1、図2に示すディスク表面検査装置は、被検査物であるDVDディスクなどのディスク1を支持して回転させるディスク回転手段51と、ハロゲン光源2からの光をディスク1に照射し、その反射光及び透過光を夫々検出部52、53にて検出し、検出した光の光量の変化からディスク1の検査面の欠陥を検出する欠陥検査手段54と、レーザー光源からのレーザー光をディスク1に照射し、その反射光を検出部にて検出し、検出した光の受光位置からディスク1の検出面の傾斜状態を検出する4個のチルト検査手段55a、55b、55c、55dを備えている。

【0026】前記欠陥検査手段54は、図1にPで示すようなライン状の光束をディスク1に照射し、ディスク1が1回転強回転する間にディスク1の全面における欠陥を検出しうるように構成されている。

【0027】他方、4個のチルト検査手段55a、55b、55c、55dは、図1にA、B、C、Dで示す点にレーザー光を照射し、ディスク1が1回転強回転する間に、図3に示すディスク1の半径ra、rb、rc、rdの各円周線上の表面傾斜状態を検出しうるように構成されている。これら円周線は、ディスク1の内周線と外周線との間に等間隔に配設されると好適である。

【0028】前記チルト検査手段55a、55b、55c、55dは、図4に示すように構成されている。図4において、56は半導体レーザーからなるレーザー光

源、57は偏光板、58は偏光ビームスプリッタ(PBS)、59は1/4波長板、60は位置検出素子(PSD)である。レーザー光源56からのレーザー光は偏光板57、PBS58、1/4波長板59を直進してディスク1にほぼ垂直に入射し、その反射光は1/4波長板59を通過し、PBS58で直角に進路を変えてPSD60において受光される。

【0029】ディスク1の検査面が傾斜していない場合には、レーザー光は前記検査面に直角に入射し、その反射光はPSD60の図5に示す基準点Oで受光されるように構成されている。PSD60はXY平面の受光面を有し、ディスク1の半径方向r及び接線方向tの傾斜状態は、その受光ポイントQの座標(X<sub>1</sub>、Y<sub>1</sub>)によって求められる。

【0030】図示しないチルト判定手段は、前記座標(X<sub>1</sub>、Y<sub>1</sub>)に基いて、ディスク1の各検査点の半径方向r及び接線方向tの傾斜角が許容範囲にあるか否かを判定し、許容範囲を越える検査点が1点でもあれば、チルト不良という情報を検査員に知らせるように構成されている。

【0031】次に欠陥検出手段54について説明する。欠陥検出手段54を示す図6において、1はディスク、2はハロゲン光源、52はディスク1からの所定方向の反射光を受けるラインセンサ8及びカメラレンズ7を備えた検出部、53はディスク1の所定方向の透過光を受けるラインセンサ10及びカメラレンズ9を備えた検出部である。

【0032】ハロゲン光源2からの光は、光ファイバ束3aに入射され、前記光ファイバ束3aはライン状に並んでライン状ライトガイド3を構成し、各光ファイバから出る細い光が並んでライン状の光を構成する。各光ファイバから出る細い光が並んでライン状になっている光には、各光ファイバから出る光量にバラツキが避けられない。そして、前記の各光ファイバから出る光量のバラツキを小さくするように努力しても、図8のaに示すように±10%程度のバラツキが残る。

【0033】前記の±10%程度のバラツキがあるライン状の光を、光拡散板5を通して平均化し、図8のbに示すように、光量を一定化する。この場合、光拡散板5は、通過する光を乱屈折させることにより、光拡散板5の上にライン状の二次光源を形成する。この場合、光拡散板5にはすりガラスのように透過する光を乱屈散させるものを使用するが、これには限らず、蛍光体が分散しており、受光した部分が蛍光を発する蛍光板のようなものでも同じ結果が得られる。

【0034】上記の動作を図7、図9に基づいて説明する。

【0035】図7、図9において、ライン状ライトガイド3の各光ファイバから、細くて少し拡がりを持つ素子光線3b、3b、3bがシリンドリカルレンズ4に入

射される。シリンドリカルレンズ4は、前記の細くて少し拡がりを持つ素子光線3a、3b、3bをラインの短軸方向(図9のX方向)に縮小して扁平な楕円形状にすることにより隣り同士を少し重ねたライン状の光にして、光拡散板5に入射させる。上記によって、光拡散板5に入射する光は、隣同士の光量が平均化され光量のバラツキが小さなライン状の光になる。そして、更に、光拡散板5は、受光したライン状の光を乱拡散することにより、受光した部分を光源とするライン状二次光源になる。光拡散板5上のライン状二次光源からの光は、光拡散板5を後側焦点面とするコリメータレンズ6を通過して円形のディスク1の半径上に図8のbに示すように光量が全長にわたって均一化されたラインビーム101となり、図7に示すように、ディスク1に角度 $\alpha$ で斜めに照射され、所定方向の反射光102と透過光103とが発生する。

【0036】次に、ラインビーム101を用いてディスク1の欠陥を検出する原理を図10に基づいて説明する。

【0037】図10において、ディスク1によるラインビーム101の所定方向の反射光を102、所定方向の透過光を103とする。まず、表面にキズ1aが存在する場合、キズ1aの部分にある段差のために、キズ1aの部分からの反射光102aは、その方向が正常な部分からの所定方向の反射光102の方向と異なるので検出されなくなる。又、表面にシミ1bが存在する場合、シミ1bには段差が無いので、シミ1bの部分からの反射光102bの方向は正常な部分からの所定方向の反射光102の方向と同じであるが、反射率が異なるために、所定方向の反射光102bの強度が増大あるいは減少する。又、ピンホール1cが存在する場合、ピンホール1cを通過する所定方向の透過光103aの光量が増大する。

【0038】所定方向の反射光102の光量の変化により、キズ1a、シミ1bの存在を検出するために、所定方向の反射光102の光量を測定する第1カメラレンズ7と第1ラインセンサ8とを設けて、所定方向の反射光102の光量を測定して、所定方向の反射光102の光量の変化を検出し、光量の変化によってキズ1a、シミ1bを検出する。

【0039】所定方向の透過光103の光量の変化により、ピンホール1cの存在を検出するために、所定方向の透過光103の光量を測定する第2カメラレンズ9と第2ラインセンサ10とを設けて、所定方向の透過光103の光量を測定して、所定方向の透過光103の光量の変化を検出し、光量の変化によってピンホール1cを検出する。

【0040】この場合、本実施の形態によれば、視野全体でラインビーム101の強度が均一になるので、同じ形状と同じ程度の欠陥であれば、これらが視野内のどの

部分にあっても、所定方向の反射光102、透過光103の光量の変化量が同じになる。又、欠陥の無い部分の所定方向の反射光102と透過光103との光量が安定しているので、欠陥部分と正常部分との弁別精度を向上し、高感度で高精度な欠陥の検出を行うことが可能になる。

【0041】尚、本実施の形態では、ライン状の光源を得る手段として、ハロゲン光源2と光ファイバ束3aとライン状ライトガイド3との組合せを使用した。この組合せに限らず、ライン状の光源を得る手段として、LED光源と光ファイバ束3aとライン状ライトガイド3との組合せ、あるいはLEDをライン状に多数並べたアレイ光源を使用しても良い。

【0042】又、本実施の形態では、検出部52、53にラインセンサ8、10を使用した。ラインセンサに限らず、フォトダイオードやフォトマルチプライヤ等の光電変換素子を使用しても良い。

【0043】次に、欠陥検査手段54の他の実施の形態を図11～図13に基づいて説明する。本実施の形態は、検出側に、ディスク1の検査面の視野全体が同じ開口数になるカメラレンズ21、22を使用することを特徴とする。

【0044】図11において、図6に示す欠陥検査手段と相違するのは、図6の第1カメラレンズ7と、第2カメラレンズ9との代わりに、図11に示すように、ディスク1の検査面の視野全体が同じ開口数になる第1カメラレンズ21と、第2カメラレンズ22とを備えていることである。

【0045】従って、ディスク1の検査面の視野全体が同じ開口数になる第1カメラレンズ21と、第2カメラレンズ22と以外は、図6に示すものと同じなので説明を省略する。

【0046】次に、カメラレンズを図12、図13に基づいて説明する。

【0047】図12は図6に示す欠陥検査手段で使用するカメラレンズ、図13は本実施の形態で使用するカメラレンズを示す。

【0048】図12、図13において、カメラレンズは、対物レンズ23、絞り24、結像レンズ25とで構成される。対物レンズ23は焦点距離 $f_1$ と直径 $D_1$ とを有し前側の焦点面の位置にディスク1がある。絞り24は開口直径 $D$ を有して対物レンズ23の後側の焦点面の位置にある。結像レンズ25は焦点距離 $f_2$ と直径 $D_2$ とを有し対物レンズ23から主平面間距離 $L \leq f_1 + f_2$ の位置にある。Aは検査領域であり、円形のディスク1の半径である。B点は検査領域Aの中心であり、カメラレンズの光軸に一致している。C点は、検査領域A上でB点から距離 $h$ の点である。B<sub>1</sub>点、C<sub>1</sub>点は、前記B点、C点のラインセンサ26上での結像位置である。h<sub>e</sub>は最大像高さである。

【0049】この場合、対物レンズ23の前側の焦点面の位置にディスク1があり、後側の焦点位置に絞り24があるので、C点から出て光軸に平行な光は、対物レンズ23で屈折して絞り24の中心点Sを通り、図12、図13に示す $\xi_1$ 、 $\xi_2$ の角度内の光は、前記中心点Sを通る光に平行に絞り24を通過する。

$$\xi_1 = \tan^{-1} \left[ \left\{ (D_1 / 2) - h \right\} / f_1 \right] \dots \dots \dots (1)$$

$$\xi_2 = \tan^{-1} \left[ \left\{ (D_2 / 2) + h \right\} - (h \times L / f_1) \right] / f_1 \dots \dots \dots (2)$$

図12に示すカメラレンズは、

$$D > D_1 - A \dots \dots \dots (3)$$

$$D > D_2 + A - (AL / f_1) \dots \dots \dots (4)$$

式(3)、式(4)を満足する構成であり、光軸上では開口数(B点の開口数 $= \sin \xi$ )が大きく、光軸から離れると開口数(C点の開口数 $= \sin (\xi_1 + \xi_2) \times$

$$D \leq D_1 - 2he \dots \dots \dots (5)$$

$$D \leq D_2 + 2he - 2he \times (L / f_1) \dots \dots \dots (6)$$

式(5)、式(6)を満足する構成、即ち、式(5)、式(6)の小さい方のDを採用する構成であり、光軸から最大像高さ $he$ 以内の点に対する開口数が等しくなる。

【0053】次に、前記式(5)、式(6)に基づいて、図13に示すように、絞り24の直径Dを小さくすれば、光軸からの距離が最大像高さ $he$ 以内の各点に対する開口数 $= \sin (\xi_1 + \xi_2) / 2$ を一定値にすることができることを説明する。

【0054】図12、図13から判るように、C点の開口数 $= \sin (\xi_1 + \xi_2) / 2$ を一定値にするには、まず、対物レンズ23で決まる上側への最小の拡がり、即ち、C点が最大像高さ $he = A / 2$ の位置にある場合の対物レンズ23上での上側への拡がり $(D_1 / 2) - he$ よりも、 $D / 2$ を小さくすれば良い。この条件が、前記式(5)になる。

【0055】次いで、結像レンズ25で決まる下側への最小の拡がり、即ち、C点が最大像高さ $he = A / 2$ の位置にある場合の結像レンズ25上での下側への拡がり $(D_2 / 2) + he - he \times (L / f_1)$ よりも、 $D / 2$ を小さくすれば良い。この条件が、前記式(6)になる。

【0056】従って、前記式(5)と前記式(6)とを満足するように、カメラレンズのD、 $D_1$ 、 $D_2$ 、A、 $f_1$ 、Lを設定すれば、光軸からの距離hの如何に係わらず、最大像高さ $he$ のディスク1の検査面上の総ての点の開口数 $= \sin (\xi_1 + \xi_2) / 2$ を一定値にすることができる。

【0057】本実施の形態によれば、光源側のラインビーム101が視野全体で強度が均一であるのに加えて、受光・検出側において、ディスク1の検査面上の全視野でのカメラレンズの開口数が一定になる。従って、図6に示す欠陥検査手段が、光源側で得ている作用に加え

\*【0050】従って、C点の開口数は、

$$\text{開口数} = \sin (\xi_1 + \xi_2) / 2$$

であり、光軸からh離れたC点の開口数は下記の式

(1)、式(2)の $\xi_1$ と $\xi_2$ とで決まり、C点から出た $\xi_1$ 、 $\xi_2$ の角度内の光がC1点に結像する。

\*【0051】

※/2が小さくなる。

【0052】図13に示す本実施の形態で使用するカメラレンズは、

$$\star \text{て、受光・検出側においても、全視野内で、同一感度と}$$

同一精度で欠陥を検出することができるので、更に、欠陥部分と正常部分との弁別精度を向上し、高感度で高精度な欠陥の検出することが可能になる。

【0058】尚、本実施の形態では、絞り24を使用して、ディスク1の検査面上の全視野でのカメラレンズの開口数が一定になるようにしているが、前記絞り24の代わりに、複数枚のレンズを使用して光線の通過経路を規制してディスク1の検査面上の全視野でのカメラレンズの開口数を一定値にしても良い。

【0059】又、本実施の形態では、ライン状の光源を得る手段として、ハロゲン光源2と光ファイバ束3aとライン状ライトガイド3との組合せを使用した。この組合せに限らず、ライン状の光源を得る手段として、LED光源と光ファイバ束3aとライン状ライトガイド3との組合せ、あるいはLEDをライン状に多数並べたアレイ光源を使用しても良い。

【0060】又、本実施の形態では、検出系にラインセンサ8、10、(26)を使用した。ラインセンサに限らず、フォトダイオードやフォトマルチプライヤ等の光電変換素子を使用しても良い。

【0061】次に、上記欠陥検査手段54の動作を図14～図15に基づいて説明する。図14において、信号処理部32は、第1ラインセンサ8または第2ラインセンサ10からの信号をA/D変換するA/D変換回路33と、閾値を記憶するメモリ回路35と、A/D変換回路33の出力とメモリ回路35が記憶している閾値とを比較して欠陥を検出する信号比較回路34とを有する。

【0062】図15において、41は第1ラインセンサ8または第2ラインセンサ10からの信号、42はメモリ回路35が記憶している閾値である。

【0063】信号比較回路34は、前記信号41の内比較対象の領域R内の信号のみを前記閾値42と比較す

## 11

る。この場合、前記領域R外の信号41には雑音があるがこれらの雑音は無視する。前記信号41から前記閾値42を越える部分は、明側に越えた43と暗側に越えた44とに分けて、図15に示すように、ライン状反射光またはライン状透過光のラインの各位置に対応させて検出する。そして、経験的に、どのようなキズ、シミ、ピンホールが明側に検出され、どのようなキズ、シミ、ピンホールが暗側に検出されるかが判明してくるので、検出結果の明暗の変化量によって、欠陥の種類と程度とを分別することができる。

【0064】本発明のディスク表面検査方法の好ましい実施形態としては、上記に説明したディスク表面検査装置を用いてディスク表面を検査するものが挙げられる。すなわち前記ディスク表面検査装置を用い、ディスク回転手段51によってディスク1を回転させつつ、欠陥検査手段54によりその光源2からのライン状の光束をディスク1に照射し、その反射光および透過光を夫々検出部52、53にて検出し、検出した光の光量の変化からディスク1の検査面の欠陥を検出する一方、チルト検査手段55a、55b、55c、55dによりその光源からのレーザー光をディスク1に照射し、その反射光を検出部60にて検出し、検出した光の受光位置からディスク1の検査面の傾斜状態を検出するようにすると、好適である。

【0065】なお、本発明のディスク表面検査方法とその装置において、前記欠陥検査手段5.4として図16に示す走査ミラー203を用いるものを採用することも可能である。

【0066】

【発明の効果】本発明のディスク表面検査方法とその装置によれば、ディスク表面欠陥検査とチルト検査の両検査を同時に行うことができるので、検査時間の短縮を図りうると共に、装置の節減による設備コストの低減を図ることができる。

【0067】又本発明において、欠陥検査手段を、光源側のラインビームを光拡散板または蛍光板を通して視野全体の強度を均一化するように構成すると、全視野内で、欠陥部分と正常部分との弁別精度が向上し、高感度で高精度な欠陥の検出が可能になるという効果が得られる。

【0068】更に本発明において欠陥検査手段を、受光・検出側において、被検査物の検査面の全視野に対するカメラレンズの開口数を一定になるように構成すると、全視野内で、欠陥部分と正常部分との弁別精度が一層向上し、一層高感度で高精度な欠陥の検出が可能になるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の構成を示す平面図。

【図2】その正面図。

【図3】チルト検査手段の検査点を示す図。

## 12

【図4】チルト検査手段の検査原理を示す図。

【図5】その検出部の原理を示す図。

【図6】欠陥検査手段の原理を示す斜視図。

【図7】その各構成部の配置を示す模式図。

【図8】欠陥検査手段におけるラインビームの光量の均一化の結果を示す図。

【図9】ラインビームの光量の均一化の過程を示す図。

【図10】欠陥検出の動作を示す模式図。

【図11】欠陥検出手段の他の形態の構成を示す斜視図。

図。

【図12】カメラレンズの開口数を一定化する条件を示す図。

【図13】カメラレンズの開口数を一定化する条件を示す図。

【図14】欠陥検出手段の構成を示す模式図。

【図15】欠陥位置検出の動作を示す図。

【図16】従来例の構成を原理的に示す斜視図。

【図17】従来例の問題点を示す図。

【符号の説明】

1 ディスク

1a キズ

1b シミ

1c ピンホール

2 ハロゲン光源

3 ライン状ライトガイド

3a 光ファイバ束

3b 素子光線

4 シリンドリカルレンズ

5 拡散板

6 コリメータレンズ

7 第1カメラレンズ

8 第1ラインセンサ

9 第2カメラレンズ

10 第2ラインセンサ

21 カメラレンズ

22 カメラレンズ

23 対物レンズ

24 絞り

25 結像レンズ

26 ラインセンサ

32 信号処理部

33 A/D変換回路

34 信号比較回路

35 メモリ回路

51 ディスク回転手段

52 53 検出部

54 欠陥検査手段

55a~55d チルト検査手段

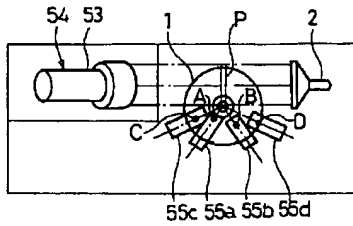
101 ラインビーム

102 反射光

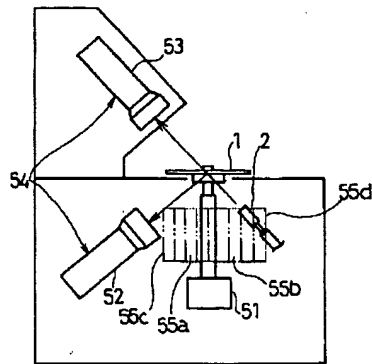


103 透過光

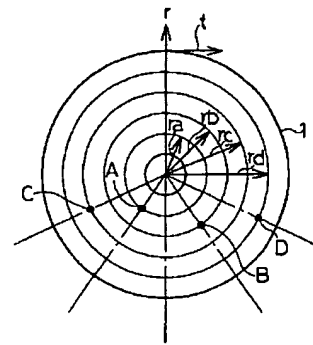
【図1】



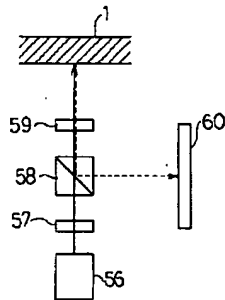
【図2】



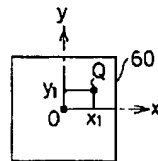
【図3】



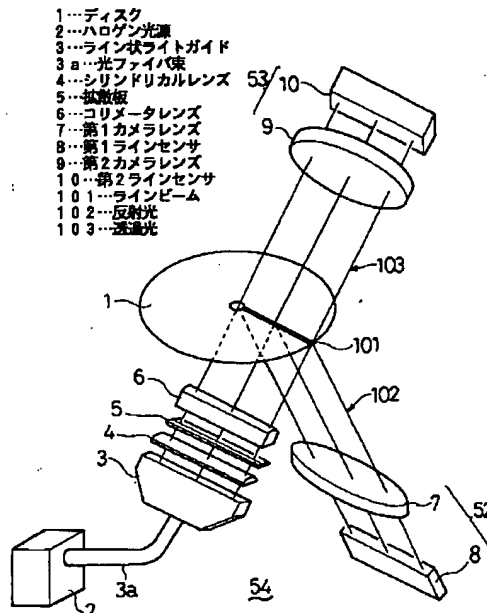
【図4】



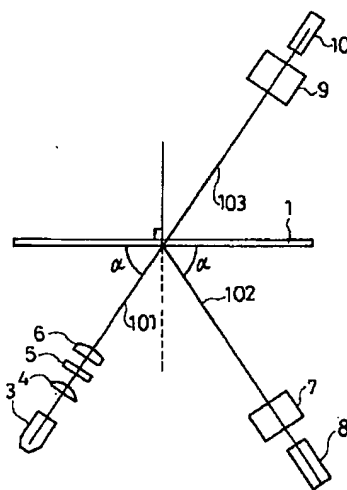
【図5】



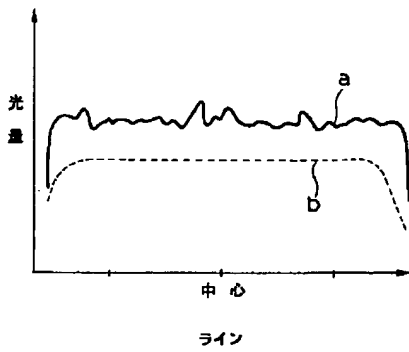
【図6】



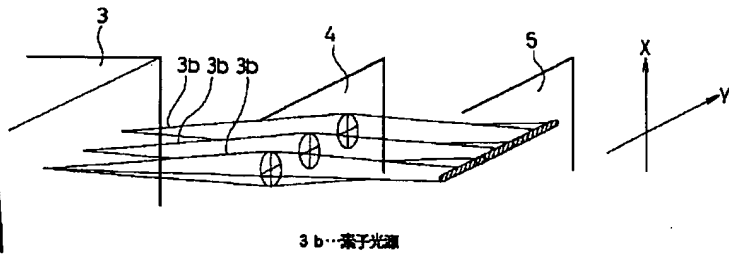
【図7】



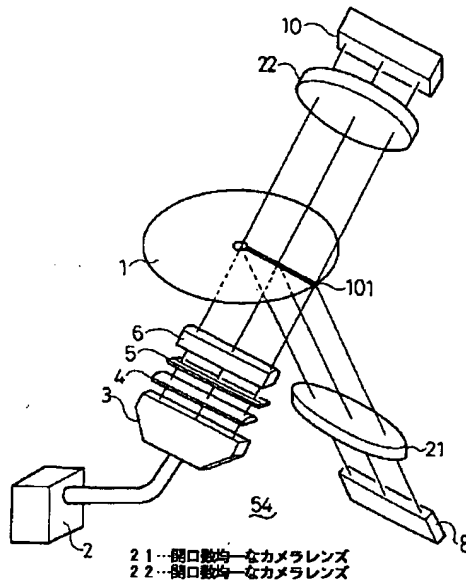
【図8】



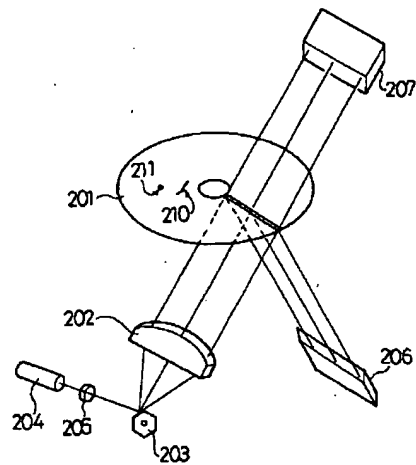
【図9】



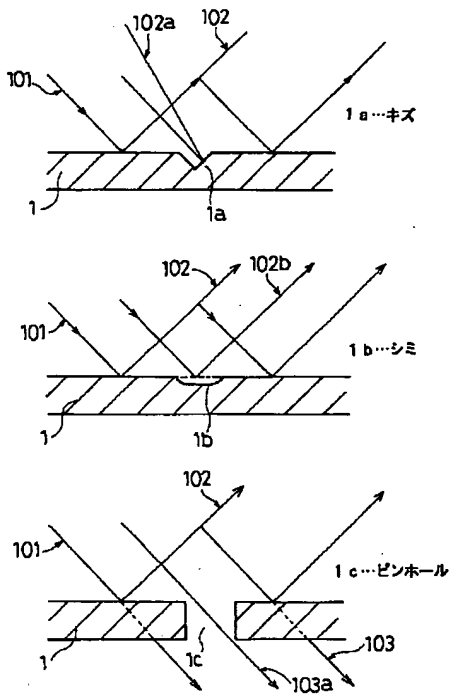
【図11】



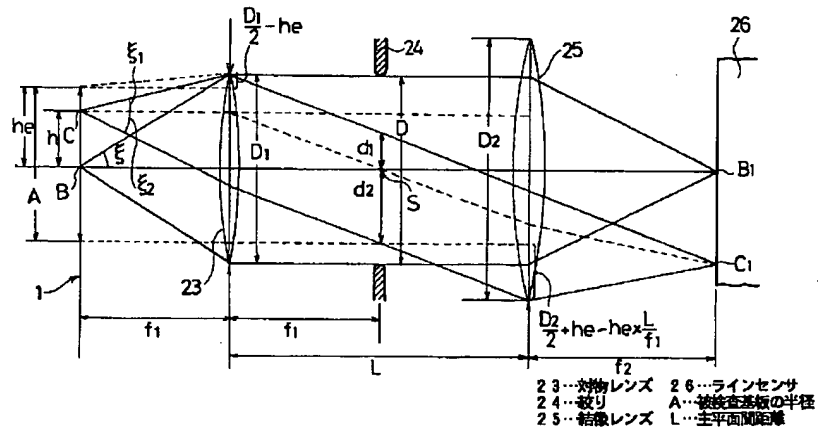
【図16】



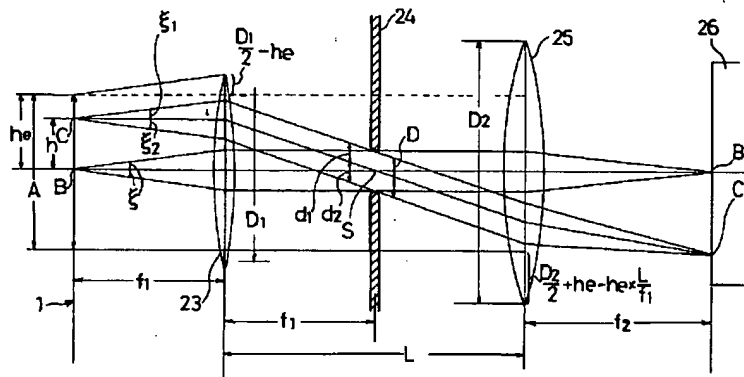
【図10】



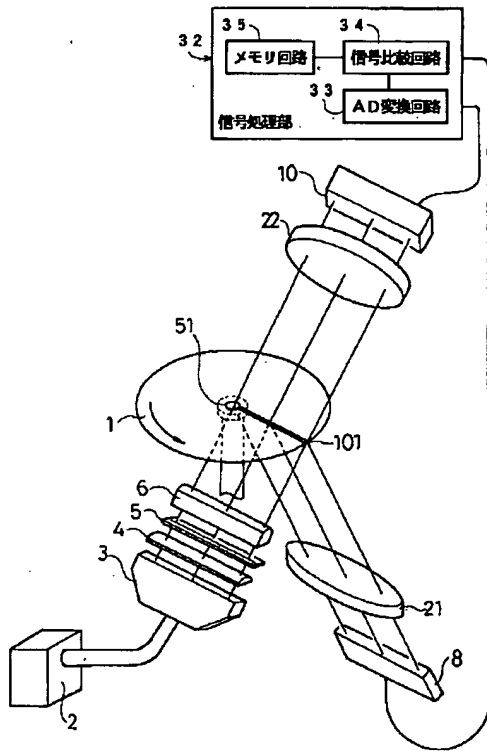
【図12】



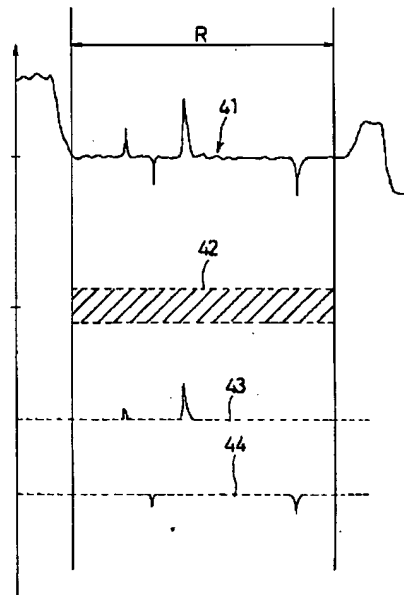
【図13】



【図14】



【図15】



【図17】

